

Spodní paleozoikum

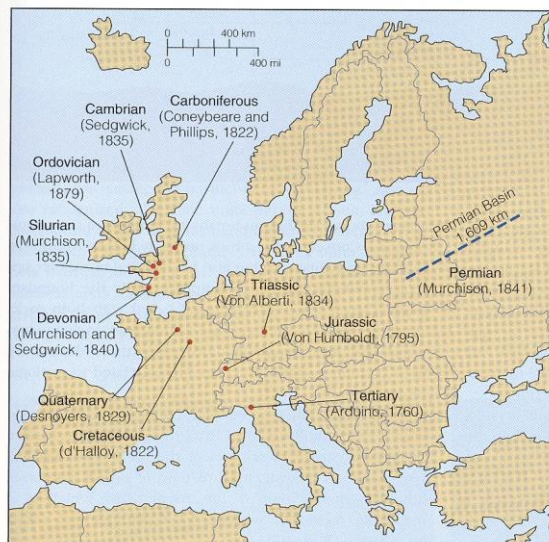
Kompletní Wilsonův cyklus

- rozpad Rodinie na dílčí kontinenty, GONDWANA, LAURENTIE, BALTIKA, SIBERIE, KAZACHSTÁN, ČÍNA)
- kolize a vznik Pangei
 - kaledonská orogeneze
 - variská orogeneze

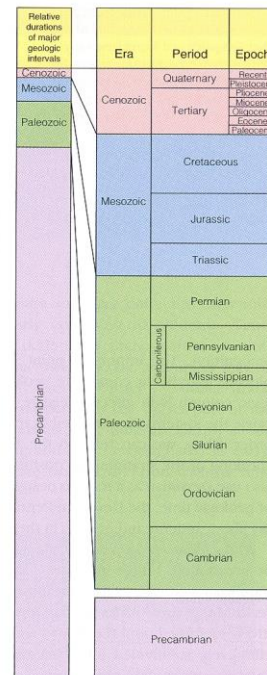
charakteristická fauna „paleo“ „zoic“ = „stará fauna“

- Kambrium: vznik většiny kmenů bezobratlých a strunatců
Porifera, Vermes, Cnidaria, Brachiopoda, Mollusca, Arthropoda, Echinodermata, Chordata
- permské vymírání perm, 90% všech existujících druhů vymírá, nástup mesozoické fauny

Geologická časová škála “time-rock“ units



(a)



(b)

), \mathcal{C}_1 and \mathcal{C}_2 are the two components of \mathcal{C} and $\mathcal{C}_1 \cap \mathcal{C}_2 = \emptyset$. Then \mathcal{C}_1 and \mathcal{C}_2 are both \mathcal{C} -convex and \mathcal{C} -concave. If \mathcal{C} is a convex cone, then \mathcal{C}_1 and \mathcal{C}_2 are both \mathcal{C} -convex and \mathcal{C} -concave.

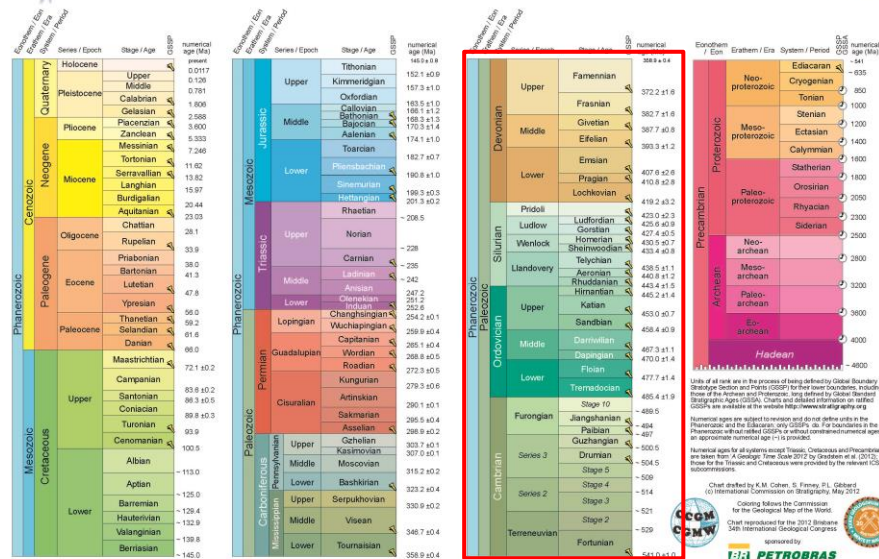
| STÁŘÍ (Ma) | ERATEM | | ÚTVAR | ODDĚLENÍ | STUPEŇ |
|---------------|---------------------------|----------------------------------|-----------------|----------|------------|
| 360 | <i>PALEOZOIKUM</i> | <i>SPODNÍ PALEOZOIKUM</i> | DEVON | SVRCHNÍ | famen |
| | | | | | frasn |
| | | | | STŘEDNÍ | givet |
| | | | | | eifel |
| | | | | | ems |
| 408 | | | | SPODNÍ | prag |
| | | | | | lochkov |
| | | | | | přídolí |
| | | | SILUR | SVRCHNÍ | ludlow |
| | | | | | wenlock |
| 438 | | | | | llandovery |
| | | | ORDOVIK | SVRCHNÍ | ashgill |
| | | | | | caradok |
| | | | | | llandeilo |
| | | | | SPODNÍ | llanvirn |
| | | | | | arenig |
| 505 | | | | | tremadok |
| | | | KAMBRIUM | SVRCHNÍ | |
| | STŘEDNÍ | | | | |
| 544 | SPODNÍ | | | | |



INTERNATIONAL CHRONOSTRATIGRAPHIC CHART

www.stratigraphy.org

International Commission on Stratigraphy



Kambrium ($541 \pm 1 - 485,4 \pm 1,9$ Ma) (55,6 Myr)

Cumbria = Wales

- báze = *Trichophycus pedum* (New Foundland)
- Oddělení

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> – Terreneuv (fortun, stupeň 2) – Oddělení 2 (stupeň 3, stupeň 4) – Oddělení 3 (stupeň 5, drum, guzhang) – Furong (paib, jiangshan, stupeň 10) | Oddělení spodní kambrium (ollenellové) střední kambrium (paradoxidové) svrchní kambrium (olenové) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
- TOMOT (Porifera, Brachiopoda, Mollusca)
- období dominance trilobitů
- biostratigrafie - trilobiti, konodonti

Paleobiogeografické celky

- trilobitové provincie:
 - atlantická (s. afrika, j. evropa)
 - pacifická (laurentie, skotsko)
 - sibiřská (sibiřský štít)
 - čínská (čína, austrálie, jižní asie)

Ordovik ($485,4 \pm 1,9 - 443,8 \pm 1,5$ Ma) (41,6 Myr)

ordoviciové = keltský kmen ve Walesu

- báze = *Dictyonema* / *Rhabdinopora flabelliforme*
konodont *Iapetognathus fluctivagus*
- Oddělení a stupně
 - Spodní - stupně tremadok, floi
 - Střední – stupně daping, darriwil
 - Svrchní - stupně sandby, kat, hirnant
- mediteranní provincie - dobrotiv, beroun, královodvor, kosov
- biostratigrafie - graptoliti, trilobiti, konodonti

Paleogeografie: trilobitové prvincie

- selenopeltisová (j. evropa)
- asaphidová (baltika)
- hungai-kalymenidová (čína, austrálie, j. amerika)
- bathyurisková (s. amerika)

Silur (443,8±1,5 – 419,2 ± 3,2 Ma) (24,6 Myr)

keltský kmen silurů

- báze - *Akidograptus akuminatus*
- Oddělení
 - llandovery, stupně: rhuddan, aeron, telych
 - wenlock (Wales), stupně: sheinwood, homer
 - Ludlow: stupně gorst, ludford
 - přídolí (pražská pánev v Barrandienu), bez stupňů
- biostratigrafie - graptoliti, konodonti, trilobiti, ostrakodi, brachiopodi

Devon (419,2±3,2 – 358,9±0,4 Ma) (60,3 Myr)

Devonshire - jižní Anglie

- báze - *Monograptus uniformis*
- oddělení
 - spodní – stupně lochkov, prag, ems (ems = zlíčov + dalej v Barrandienu)
(pražská pánev, Rýnské břidličné pohoří)
 - střední – stupně eifel, givet
(Ardeny, Dinantské synklinorium, Belgie)
 - svrchní – stupně frasn, famen
(Dinantské synklinorium, Belgie)
- biostratigrafie - konodonti, graptoliti, amoniti, tentakuliti, foraminifery, palynomorfy

Paleogeografie: faunistické provincie

- provincie starého světa (evropa, asie, austrálie)
- kordillerská (z. s. amerika)
- apalačská (v. s. amerika)
- tasamánsko - novozélandská
- malvinokafrická (gondwana)

Typické facie

- **ortocerové vápence**, nečisté vápence s cefalopody, hlubší šelf, **ORDOVÍK, SILUR**
- **graptolitové břidlice** - černé břidlice, hojní graptoliti, pelagické anoxické prostředí, **SILUR**
- **tentakulitové břidlice DEVON**
- **červené hlíznaté vápence** s amonity **DEVON**
- **Facie „old red“** – kontinentální klastika, červená barva – „kaledonská molasa“ **DEVON**
- útesové **korálo-stromatoporové vápence DEVON**







Klima a hladina světového oceánu

Klima: převládá skleníkový klimatický režim, koncem ordoviku zalednění

- **kambrium** - většinou teplé, aridní klima, skleníkový klimatický režim
- **ordovik** - zpočátku teplé klima, později ochlazování, centrum **Gondwany** v polární oblasti, chladné klima - Barrandien, svrchní ordovik - **zalednění**
- **silur** - celkově teplejší klima než v ordoviku, útesové vápence, evapority - s. amerika,
- **devon** - teplé klima

Eustatická hladina světového oceánu

- **svrchní ordovik - maximum prvního řádu**
- **transgresně- regresní sekvence v S. Americe**
 - Sauk (kambrium)
 - Tippecanoe (ordovik - silur)
 - Kaskaskia (devon)

Kratonické sekvence Severní Ameriky: eustatické cykly 2. řádu

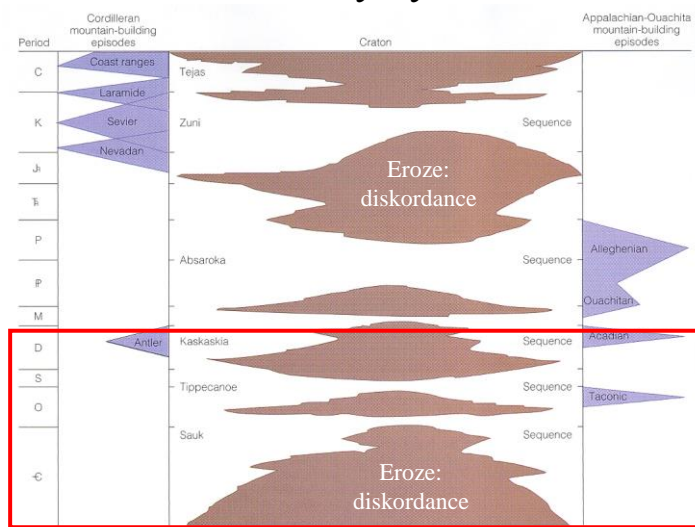
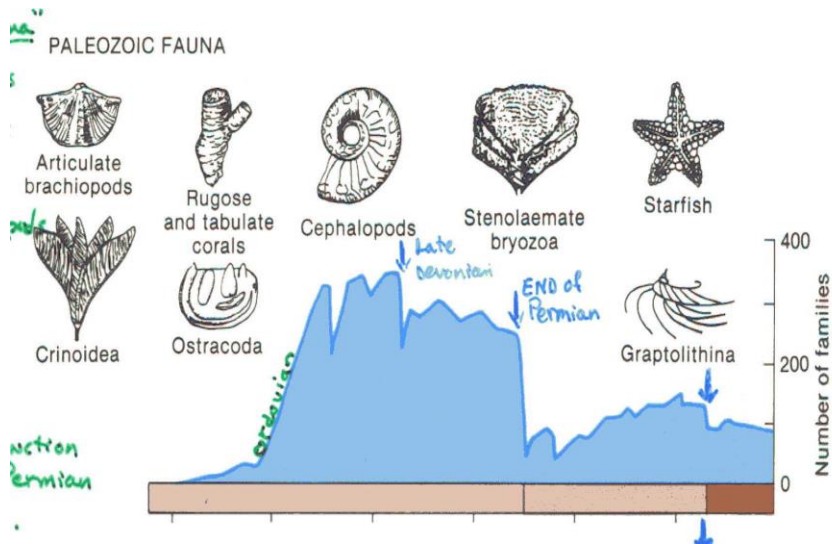
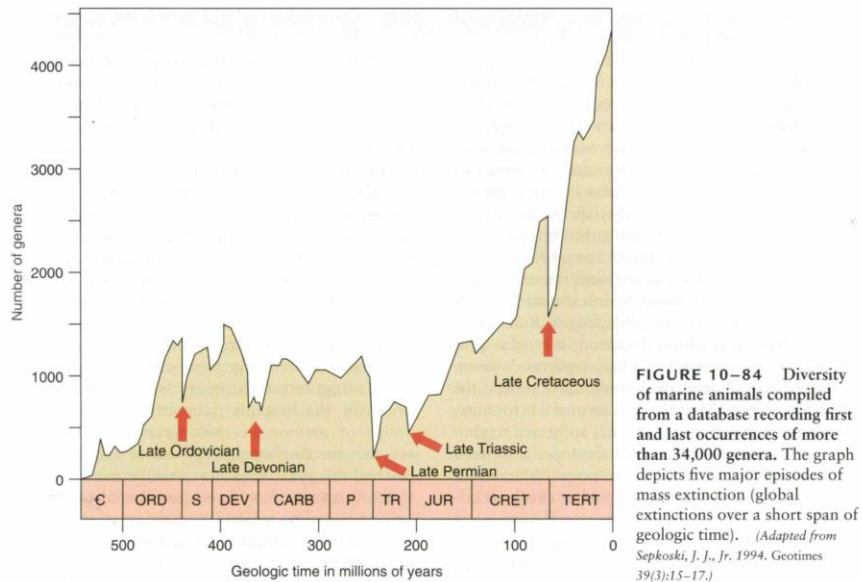


FIGURE 10.3 Cratonic sequences of North America. The white areas represent sequences of rocks that are separated by large scale unconformities shown as brown areas. The major Cordilleran orogenies are shown on the left side of the figure, and the major Appalachian orogenies are shown on the right side.

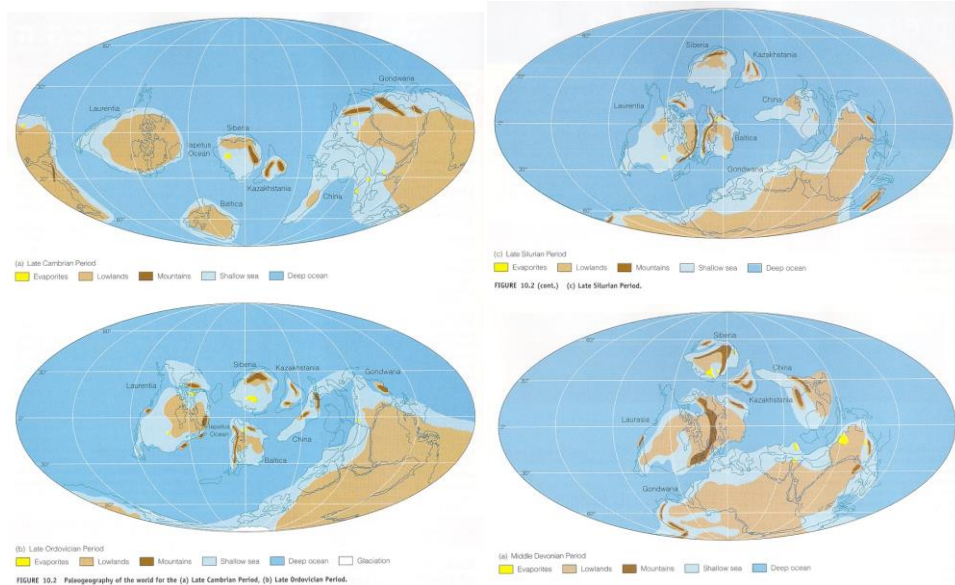
Diverzita paleozoické fauny: radiace a vymírání





Paleogeografie

Vývoj kontinentů a oceánů: kambrium - devon



Kontinenty a oceány spodního paleozoika

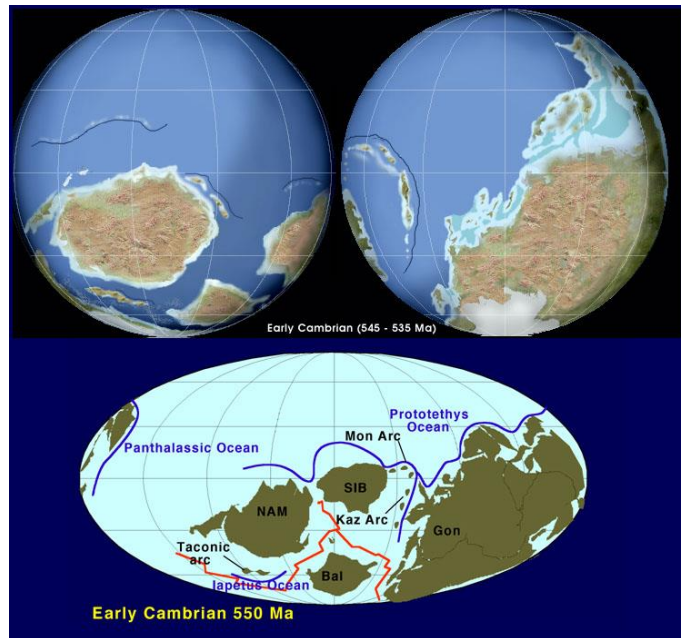
Kontinenty

- Gondwana - (Jižní Amerika, Afrika, Indie, Arabský poloostrov, Austrálie, Antarktida)
- Laurentia (Severní Amerika)
- Siberia (asijská část Ruska)
- Kazachstánský kontinent (jižní Rusko a střední Asie)
- Baltika (severní Evropa)
-

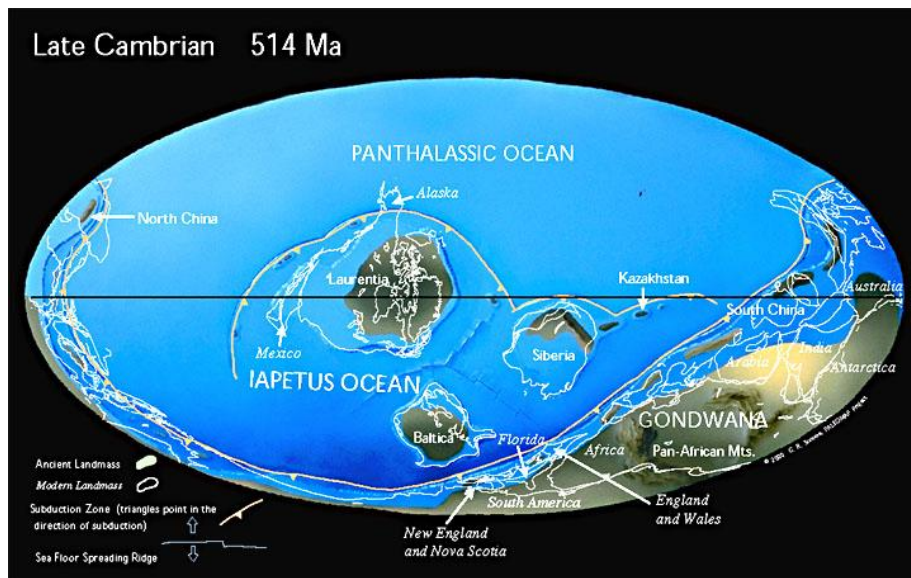
Oceány

- Paleotethys
- Japetus

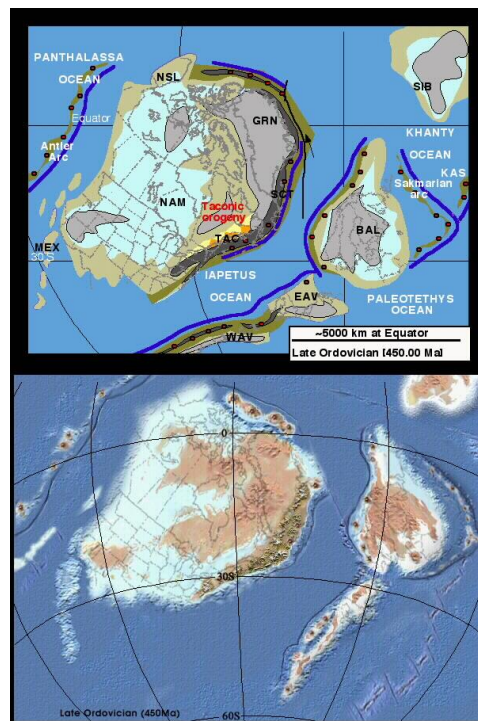
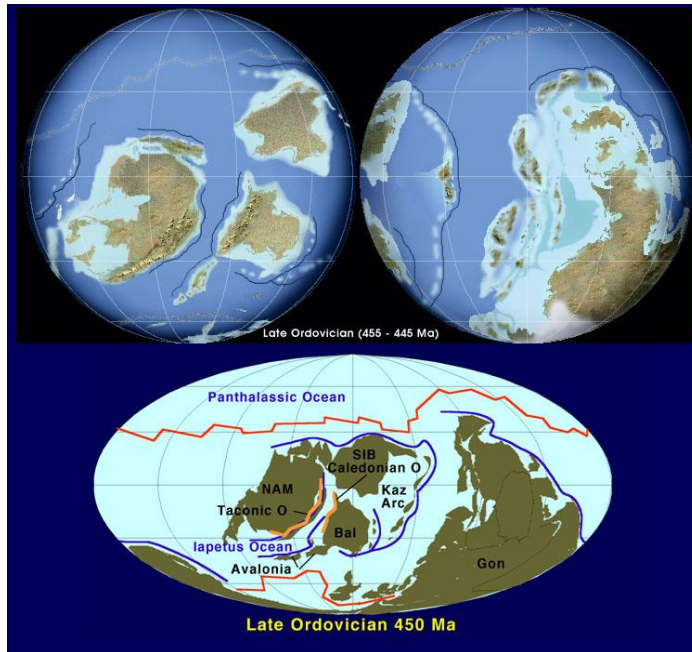
Rané kambrium



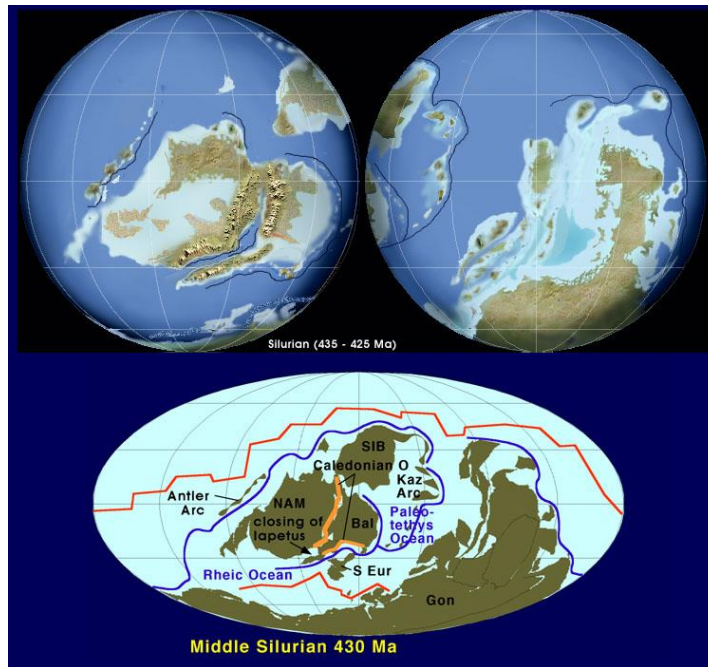
Pozdní kambrium



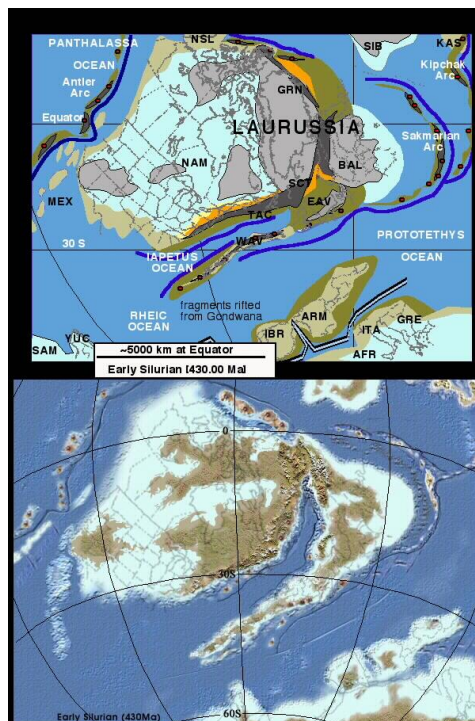
Pozdní ordovik



Střední silur



Raný silur



Ordovik – silur v Severní Americe

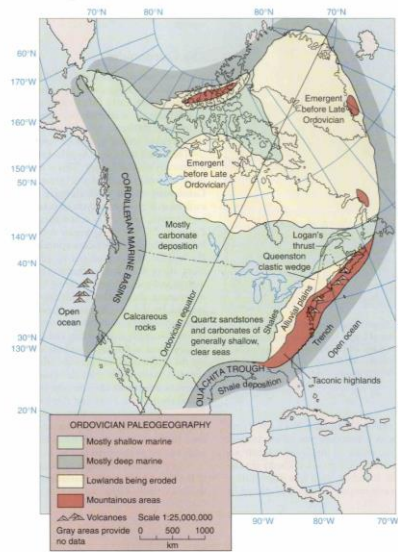


FIGURE 8-26 Paleogeographic map of Ordovician North America. How have conditions at the present location of Washington, D.C., changed since Cambrian time?

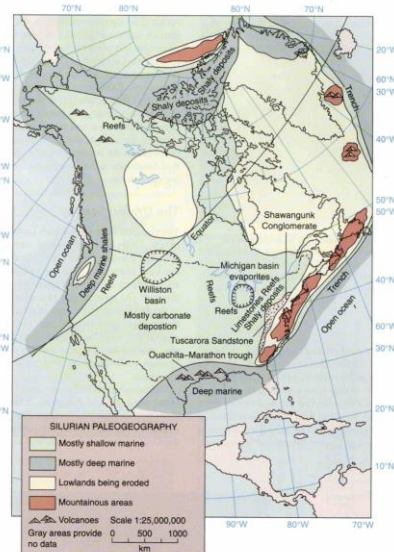
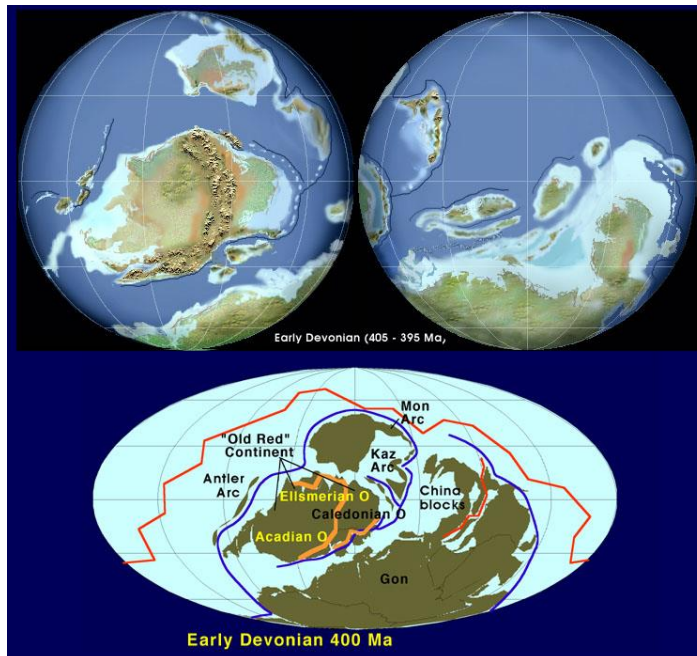
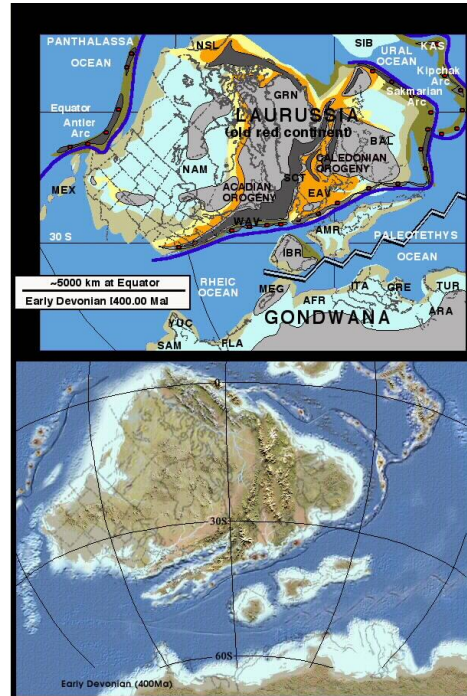


FIGURE 8-29 Paleogeographic map of Silurian North America.

Raný devon





Devon v Severní Americe

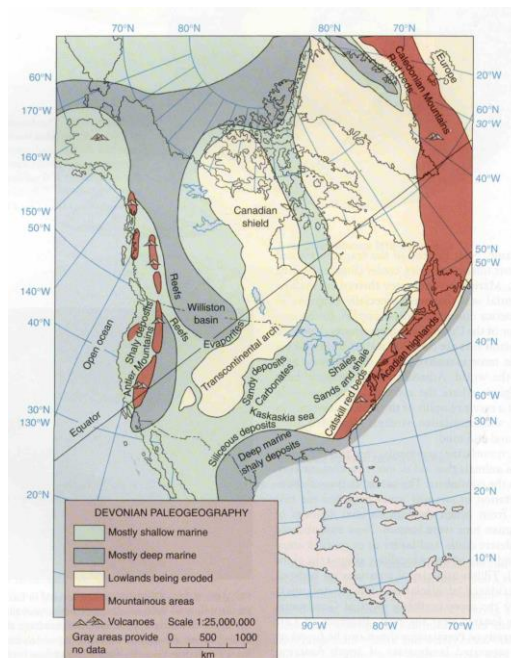


FIGURE 9-4 Paleogeography of North America during the Devonian Period.

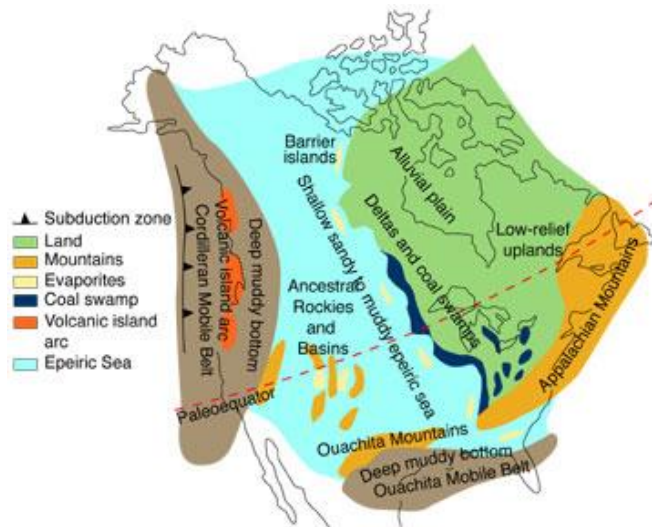
Severní Amerika: mobilní (orogenní) zóny

Kordilerská mobilní zóna

Franklinsko-inuitská mobilní zóna

Kaledonsko – apalačská mobilní zóna





Kordilerská mobilní zóna rané paleozoikum

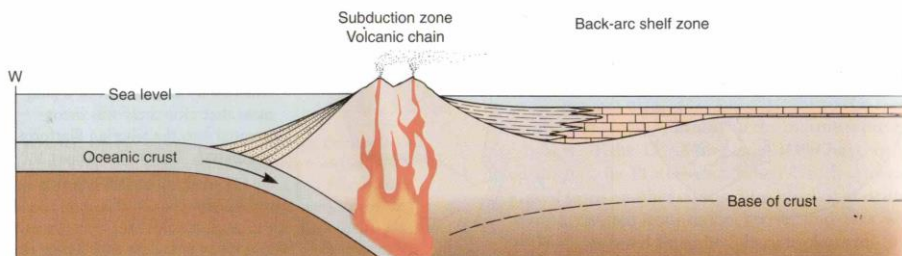


FIGURE 8-20 Interpretive cross-section of conditions across the Cordilleran region during early Paleozoic time.

Kordilerská mobilní zóna: antlerská orogeneze: sv. devon – sp. karbon

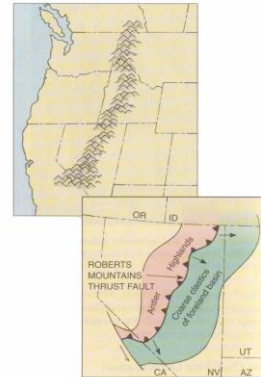
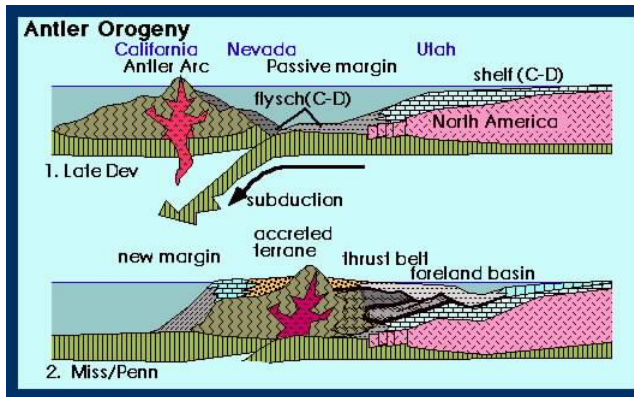
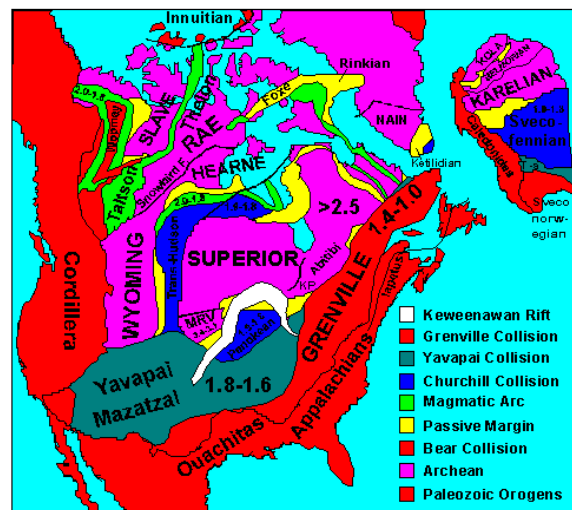


FIGURE 9-35 Extent of highland areas associated with the Antler orogeny, and location of the Roberts Mountains Thrust Fault.

Franklinsko-inuitská mobilní zóna

Franklinská orogeneze, ordovik - silur

Inuitská orogeneze, střední devon



KALEDONSKÁ OROGENEZE a orogenní fáze

- **grampianská fáze** (sp. ordovik, británie)
- **finnmarkská fáze** (sp. ordovik, skandinávie), obdukce ofiolitů
- **takonská fáze** (sv. ordovik, v. s. amerika), intenzivní vulkanismus
 - kolizní události v oblasti Japetu (kolize oblouk - kontinent, oblouk - oblouk)
- **ardenská fáze (silur)**
 - kolize Avalonie s Baltikou, evropa
- **akadská fáze (devon)**
 - kolize Avalonie s Laurentií, S. Amerika
- **mladokaledonská fáze (silur)**
 - finální kolize Laurentie a Baltiky

Kaledonsko-apalačská mobilní zóna

Kontinenty:

Laurentie, Baltika, Avalonie

Oceány:

Japetus, Tornquistovo moře

Severní Amerika:

- Apalačské pohoří
- pohoří Quachita – Marathon

Grónské kaledonidy – pouze kaledonské vrásnění

Evropa:

- Skandinávské kaledonidy
- Britské kaledonidy
- středoevropské kaledonidy

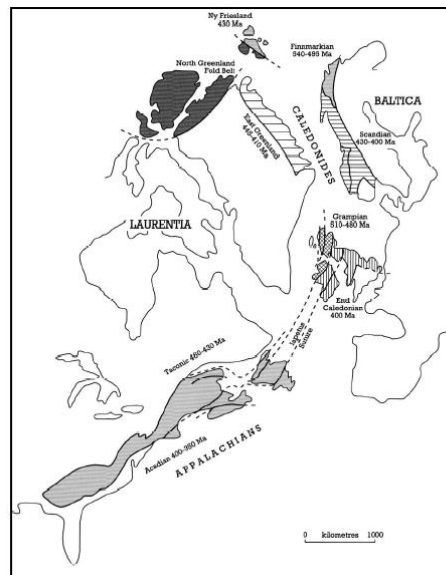


Figure 1.1 Regions of the Caledonian-Appalachian Orogen in their pre-Mesozoic drift configurations, showing ages of principal deformation events (after Baker and Gayer, 1985).

Kaledonský orogén

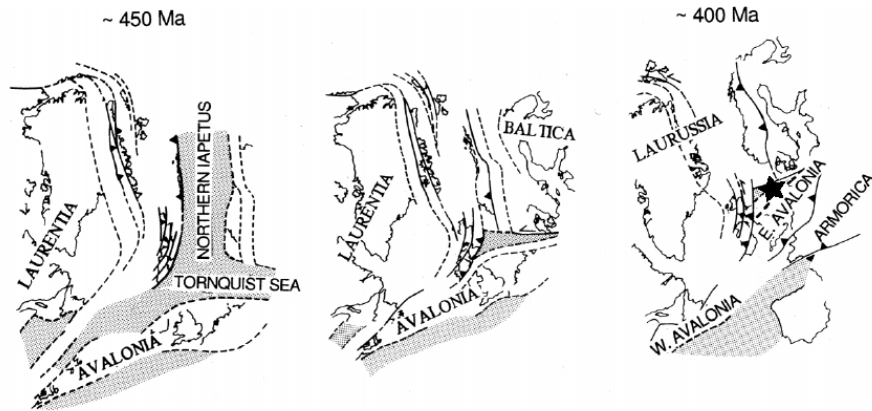
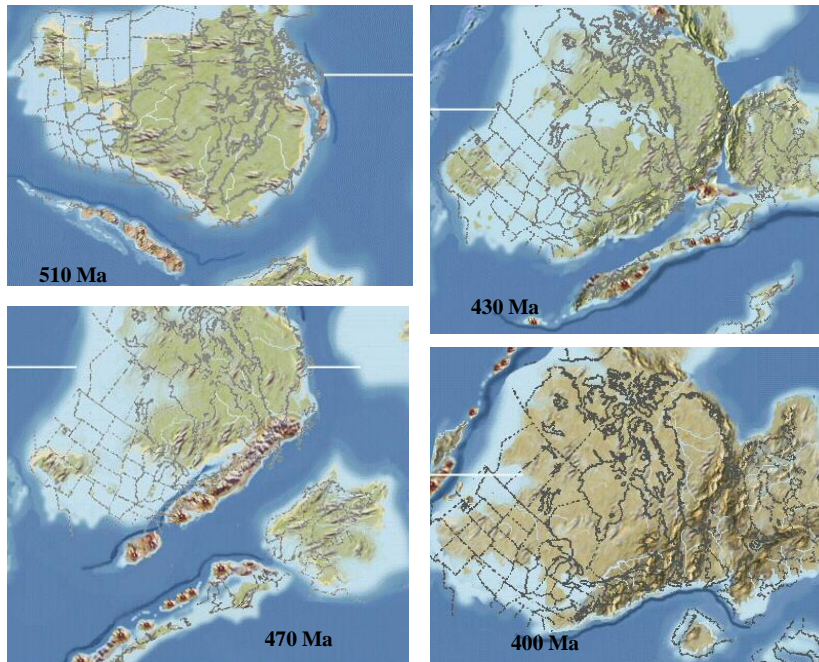


Fig. 4. Closure of the Northern Iapetus Ocean and Tornquist Sea according to the three-plate collision model (Baltica, Laurentia and Avalonia) giving rise to formation of the Caledonides and associated suture zones along plate margins. (After Soper et al. (1992); Meissner et al. (1994).)



Takonská fáze, Severní Amerika (ordovik) kolize ostrovního oblouku se Laurentií

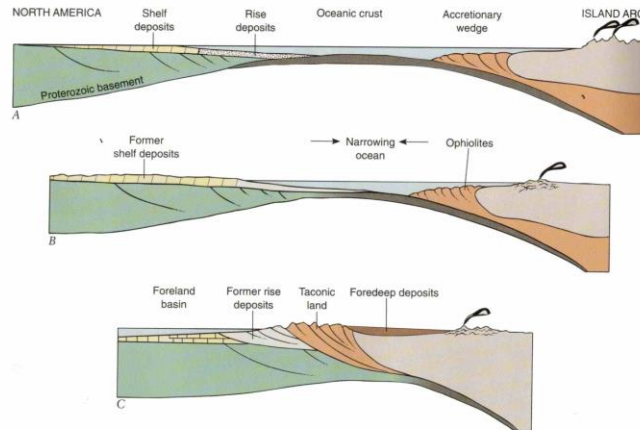
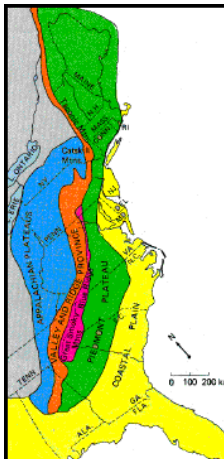
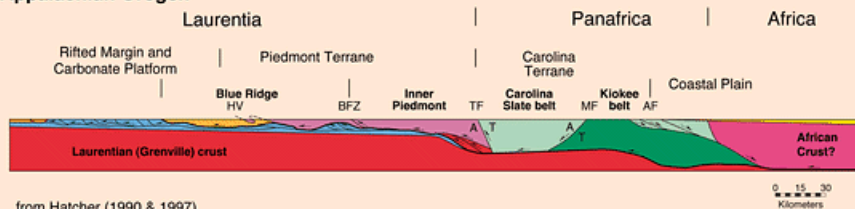


FIGURE 8-23 Plate tectonic forces that resulted in the Taconic orogeny. Following the Neoproterozoic break-up of Rodinia, a passive margin characterized the eastern border of North America (A). Subsequently, a large island arc converged on the passive margin and converted it to an orogenic belt with growing mountain ranges (B and C). (Adapted from Rowley, D. B., and Kidd, S. F. 1981, J. Geol. 89:199-218.)

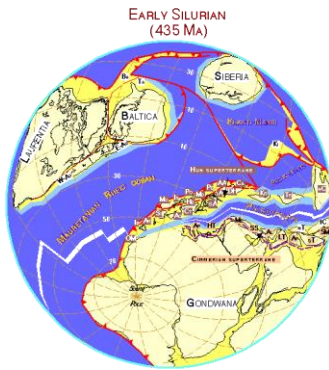


Alleghanská fáze (Severní Amerika) spodní devon kolize Laurentie s perigondwanskými terány (západní Avalonie)

Appalachian Orogen



from Hatcher (1990 & 1997)



Geologický vývoj perigondwanských teránů ve spodním paleozoiku

Perigondwanské mikrokontinenty



Skandinávské kaledonidy

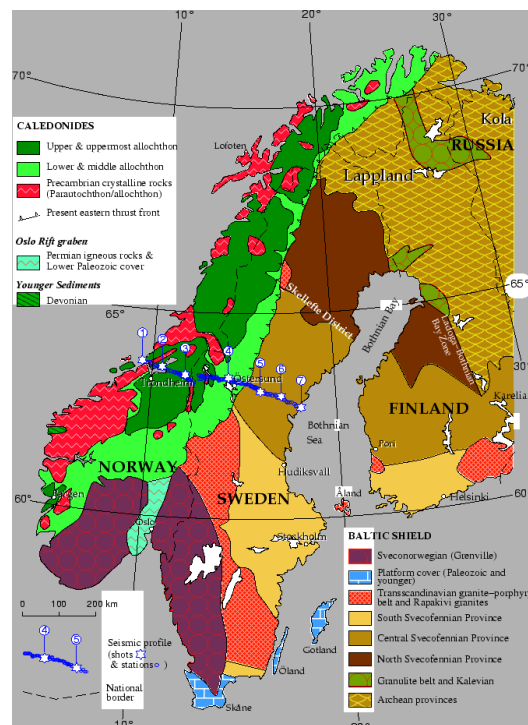
- 1) Finnmarkská fáze – ordovik, kolize ostrovního oblouku
- 2) Kolize Baltiky a Laurentie – svrch silur-spodní devon, kůra Baltiky subdukovala pod Laurentii

Hlavní zóny (od V k Z)

Svrchní nebo nejsvrchnější alochton – fragmenty kontinentů a ostrovní oblouky

Spodní a střední alochton – tektonicky zkrácený okraj Baltiky a fragmenty Laurentie

Nespodnější alochton (paraautochton) – vysoce metamorfovaná západní rulová zóna



Britské kaledonidy

- 1) Grampianská fáze – kolize severní částí britských ostrovů s ostrovním obloukem v ordoviku
- 2) Mladokaledonská fáze – kolize Avalonii, silur/devon

Hlavní zóny od severu k jihu

Erijská platforma, od grampianské zóny oddělená moinským nasunutím

Grampianská zóna – aktivní okraj erijské platformy, horniny Laurentie a přilehlého Iapetu

Riftová zóna Midland Valley – ostrovní oblouky a akreční prisma

Southern Uplands – ostrovní oblouky a akreční prisma

Keltská zóna – nemetamorfované kaledonidy, sedimenty se ukládaly při okraji Avalonie

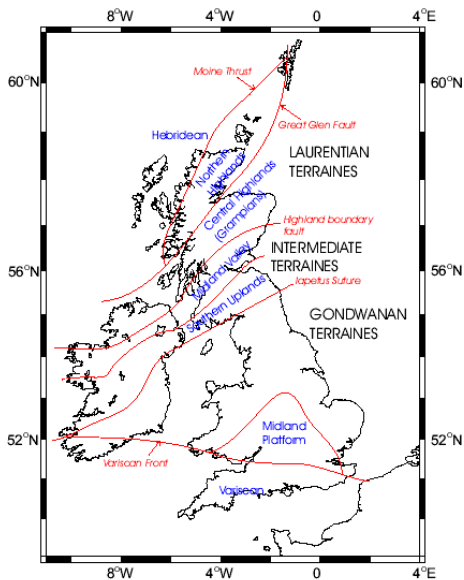
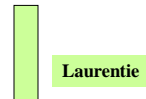


Figure 1.4: Simplified Palaeozoic terrane map of Britain and Ireland (adapted from Woodcock and Strachan (2000)).

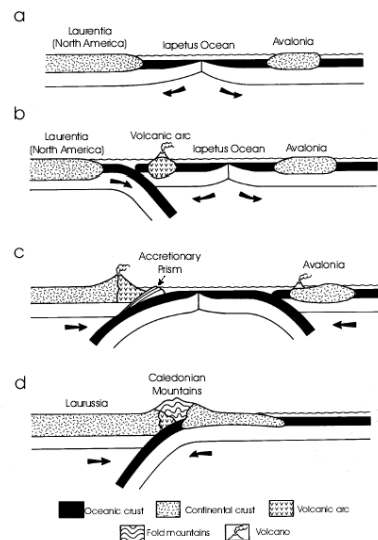
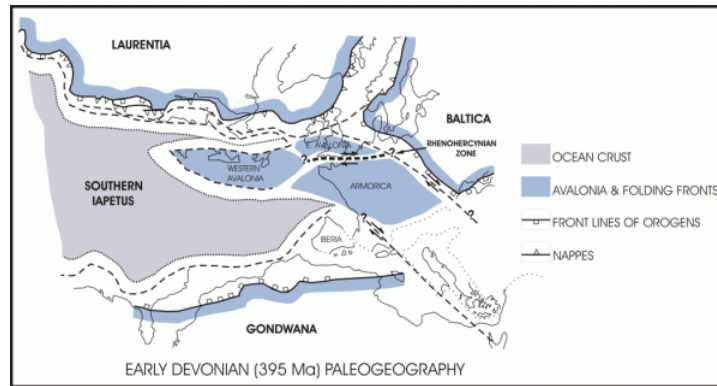


Figure 1.5: Schematic figure showing cross-sections through the Caledonian Orogeny at four different stages. (a) Prior to the Ordovician (> 510 Ma), (b) Earliest Ordovician (510 Ma), (c) Early Ordovician (480 Ma), (d) Late Silurian - Main Caledonian Orogeny (410 Ma). (Adapted from Doyle et al. (1994)).



Středoevropské kaledonidy

Jediné dobře dochované doklady pro kaledonskou orogenezi máme ve Svatokřížských horách v Polsku, na silurském flyši zde spočívá devon s úhlovou diskordancí. Kaledonské struktury v Německu překryty mladšími sedimenty.

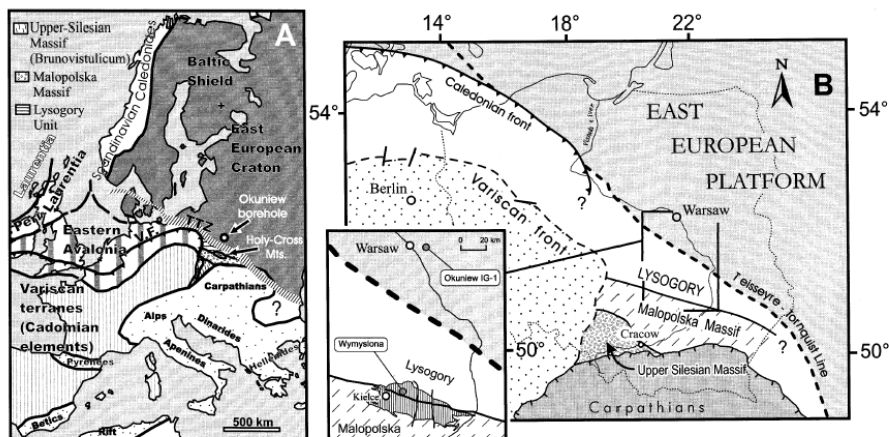


Fig. 1. A: Simplified map of the Paleozoic terranes of Western Europe, alpine areas excluded, showing the location of the terranes along the Trans-European Suture Zone (modified after [5,6]). Pattern: area with anomalous geophysical signatures along the margin of Baltica-East European Craton; TTZ: Teyssere-Tomquist Zone; V.F.: Variscan front. B: Suspected Paleozoic terranes in central Poland. Inset map: sample location; striped area, Holy Cross Mountains.

„Starý červený pískovec“ Old Red sandstone: kaledonská molasa

FIGURE 11.18 Cross section showing the area of collision between Laurentia and Baltica. Note the bilateral symmetry of the Catskill Delta clastic wedge and the Old Red Sandstone and their relationship to the Acadian and Caledonian Highlands.

